

Production of precise components comprises laser sintering a powder mixture made from a mixture of iron powder and further powder alloying elements

Patent number: DE10039144

Publication date: 2001-11-22

Inventor: ABDOLREZA SIMICHI (DE); PETZOLDT FRANK (DE);
POHL HAIKO (DE); LOEFFLER HOLGER (DE)

Applicant: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Classification:

- international: B22F3/105; C22C1/04

- european: B22F3/105S; C22C33/02A

Application number: DE20001039144 20000807

Priority number(s): DE20001039144 20000807

Also published as:



WO0211929 (A1)

Report a data error here

Abstract of DE10039144

Production of precise components comprises laser sintering a powder mixture made from a mixture of iron powder and further powder alloying elements. A powder alloy is produced from the powder elements during the course of the sintering process.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
14. Februar 2002 (14.02.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/11929 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B22F 3/105

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/02887

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juli 2001 (27.07.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 39 144.3 7. August 2000 (07.08.2000) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54,
80636 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SIMCHI, Abdolreza
[IR/IR]; No. 172 Farshbaf Alley, Nabard Street, Pirozi
Avenue, IR-17658 Teheran (IR). PETZOLDT, Frank
[DE/DE]; Feuerdornweg 30, 27578 Bremerhaven (DE).
POHL, Haiko [DE/DE]; Schafgegend 35, 28757 Bremen
(DE). LÖFFLER, Holger [DE/DE]; Gerberstrasse 3,
99089 Erfurt (DE).(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,
TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW),
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,
TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,
ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING EXACT PARTS BY MEANS OF LASER SINTERING

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG PRÄZISER BAUTEILE MITTELS LASERSINTERN

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing exact parts by laser a sintering powder material consisting of a mixture of at least two powder elements. The inventive method is characterized in that the powder mixture is formed by the main constituent iron powder and by other power alloy elements, which exist in elementary, prealloyed or partially prealloyed form, and in that over the course of the laser sintering process, a powder alloy is formed from these powder elements. The following powder alloy elements are added to the iron powder separately or combined in any manner: carbon, silicon, copper, tin, nickel, molybdenum, manganese, chromium, tungsten, vanadium, titanium, phosphorous and boron.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung präziser Bauteile durch Lasersintern eines Pulvermaterials, das aus einer Mischung von mindestens zwei Pulverelementen besteht und ist dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung durch den Hauptbestandteil Eisenpulver und weitere Pulverlegierungselemente gebildet ist, die in elementarer, vorlegierter oder teilweise vorlegierter Form vorliegen, und dass im Verlaufe des Lasersinterprozesses aus diesen Pulverelementen eine Pulverlegierung entsteht. Es werden folgende Pulverlegierungselemente, jedes für sich oder in beliebiger Kombination dem Eisenpulver zugegeben: Kohlenstoff, Silizium, Kupfer, Zinn, Nickel, Molybdän, Mangan, Chrom, Kobalt, Wolfram, Vanadium, Titan, Phosphor, Bor.

WO 02/11929 A1

WO 02/11929

PCT/DE01/02887

Verfahren zur Herstellung präziser Bauteile mittels Lasersintern

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung präziser Bauteile gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruchs.

Ein derartiges Verfahren ist aus der EP 0 782 487 bekannt. Danach wird ein Bauteil nach dem Verfahren des Lasersinterns durch Sintern von Metallpulvermischungen mit drei Komponenten hergestellt. Dabei ist das wichtigste Ziel der Erfindung die Erhöhung der Schmelztemperatur des fertigen Bauteiles.

Bei der Herstellung von metallischen Bauteilen aus konventionellen Pulvermischungen besteht das Problem, dass die Porosität der hergestellten Bauteile relativ hoch ist und dass die Erhöhung der Dichte der fertigen Bauteile mit dem Nachteil einer niedrigen Einsatztemperatur dieser Bauteile verbunden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, metallische Bauteile im Verfahren des Lasersinterns kostengünstig mit sehr guten mechanischen Eigenschaften und in hoher Qualität herzustellen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche stellen vorteilhafte Weiterbildungen dar.

Danach besteht die Pulvermischung mit der im Verfahren des Lasersinterns Bauteile hergestellt werden sollen, aus dem Hauptbestandteil Eisen und weiteren Pulverbestandteilen, die in elementarer, vorlegierter oder in teilweise vorlegierter Form vorliegen können. Aus diesen Pulverlegierungselementen ent-

WO 02/11929

PCT/DE01/02887

2

steht im Verlaufe des Lasersinterprozesses eine Pulverlegung.

Dem Hauptbestandteil Eisen der Pulvermischung werden je nach Anforderungen an das Fertigbauteil oder das Herstellungsverfahren folgende weitere Pulverelemente einzeln oder in beliebiger Kombination zugegeben: Kohlenstoff C, Silizium Si, Kupfer Cu, Zinn Sn, Nickel Ni, Molybdän Mo, Mangan Mn, Chrom Cr, Kobalt Co, Wolfram W, Vanadium V, Titan Ti, Phosphor P, Bor B.

Diese Pulverbestandteile können einzeln oder in beliebiger Kombination, je nach Anforderungen an die Eigenschaften des Fertigbauteils oder des Herstellungsverfahrens, in folgenden Mengen zugegeben werden: Kohlenstoff C: 0,01-2 M.-%, Silizium Si: bis zu 1 M.-%, Kupfer Cu: bis zu 10 M.-%, Zinn Sn: bis zu 2 M.-%, Nickel Ni: bis zu 10 M.-%, Molybdän Mo: bis zu 6 M.-%, Mangan Mn: bis zu 2 M.-% oder 10 - 13 M.-%, Chrom Cr: bis zu 5 M.-% oder 12 - 18 M.-%, Kobalt Co: bis zu 2 M.-%, Wolfram W bis zu 5 M.-%, Vanadium V: bis zu 1 M.-%, Titan Ti: bis zu 0,5 M.-%, Phosphor P: bis zu 1 M.-%, Bor B: bis zu 1 M.-%.

Die Erfindung sieht vor, dass die einzelnen Pulverbestandteile in elementarer, legierter oder teilweise legierter Form vorliegen. Dabei kann es sich um Pulverteilchen handeln, die mit dem Hauptbestandteil Eisen legiert sind. In diesem Fall liegen sie als z.B. Ferrobor, Ferrochrom, Ferrophosphor oder Eisensilizid vor. Es können auch weitere Pulverelemente in legierter oder vorlegierter Form zugegeben werden, wie z.B. Kupferphosphid, die aber im übrigen hier nicht einzeln aufgezählt werden. Es ist auch vorgesehen, dass die aus den o.g. Pulverbestandteilen gebildete Pulvermischung in einem separaten Verfahrensschritt vorlegiert wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung besteht die Pulvermischung aus wasser - oder gasverdünnten Pulvern, Karbonylpulvern, gemahlenden Pulvern oder einer Kombination aus diesen.

Es ist vorgesehen, dass die Pulverpartikel der Pulvermischung eine Größe $< 50 \mu\text{m}$, bevorzugt zwischen $20-30 \mu\text{m}$ aufweisen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist auch vorgesehen, dass die Pulverpartikelgröße zwischen 50 und $\text{max. } 100 \mu\text{m}$ liegen kann. Diese Partikelgröße ist dann besonderes vorteilhaft, wenn die Bauteile schnell hergestellt werden sollen, d.h. wenn die Pulverschichten im Lasersinterverfahren ei-

WO 02/11929

PCT/DE01/02887

3

ne Schichtdicke von max. 100µm aufweisen, bei welcher Schichtdicke das Verfahren relativ schnell durchgeführt werden kann.

Es hat sich herausgestellt, dass eine Partikelverteilung von 30% <20 µm und einer Restmenge aus Partikeln der Größe zwischen 20 und 60µm zu besonderen guten Verfahrensergebnissen führt, da dadurch hohe Schüttdichte bei gleichzeitig guter Fließfähigkeit erreicht wird.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung nach Anspruch 9 ist vorgesehen, dass der Hauptbestandteil der Pulvermischung, das Eisenpulver, einen Anteil zwischen 5 und 20% von Partikeln der Größe <10µm aufweist und die Restmenge der Pulverpartikel eine Größe zwischen 50 und 60 µm aufweist.

Durch die optimierte Wahl der Belichtungsparameter kann die Dichte der Bauteile nach dem Lasersintern so eingestellt werden, dass entweder kurze Bauzeiten mit niedrigerer Bauteildichte oder hohe Eigenschaftsanforderungen (hohe Dichten bei längeren Bauzeiten) berücksichtigt werden.

Die technischen Anwendungsgebiete der Erfindung bestehen in der Herstellung metallischer Prototypen (Rapid Prototyping), von Einzelteilen (Direct Parts) oder Werkzeugen (z.B. Formeinsätze für den Kunststoffspritzguss oder Metalledruckguss - Rapid Tooling) mit dem generativen Verfahren Direktes Metall Lasersintern. Aufgrund der sehr guten mechanischen Eigenschaften können solche Teile im Formen- und Werkzeugbau sowie im Maschinen-, Anlagen- und Fahrzeugbau verwendet werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im Folgenden anhand einiger Ausführungsbeispiele näher beschrieben:

Beispiel 1:

Konventionelle Pulver werden in der gewünschten Legierungszusammensetzung miteinander gemischt, wobei die Pulvereigenschaften dabei so eingestellt werden, dass sie den Anforderungen an das Fertigbauteil oder das Verfahren entsprechen. Es ist wesentlich, dass ein gutes Fließverhalten bei gleichzeitig hoher Schüttdichte erreicht wird. Die Rolle der Zusatzstoffe besteht in der Einstellung bestimmter mechanischer, physikalischer und chemischer Eigenschaften des fertigen Bauteils. Weiterhin kann die Rolle der Zusatzstoffe in der Erhöhung des Absorptionsvermögens des Eisenpulvers von Laserstrahlen, der Verringerung des Schmelzpunktes des Pulversystems, dem Einsatz niedrigschmelzender Elemente/Legierungen, der Ver-

WO 02/11929

PCT/DE01/02887

4

ringerung der Oberflächenspannung und Viskosität sowie der Desoxidation zur Verbesserung der Sinteraktivität zum Erzielen hoher Dichten bestehen. Z. B. bewirkt Kohlenstoff als feiner elementarer Graphit (Pulvergröße 1 - 2 μm) die Erhöhung des Absorptionsvermögens von Eisen-/Stahlpulver und die Verringerung des Schmelzpunktes der Pulvermischung durch eutektische Reaktion und Desoxidation. Kupfer- oder Bronzepulver mit einer Pulvergröße von kleiner 45 μm fungiert als ein niedrigschmelzendes Element bzw. eine niedrigschmelzende Verbindung und verbessert die Sinteraktivität. Phosphor und Bor verringern die Oberflächenspannung und die Viskosität der Schmelze, die während des Lasersinterprozesses entsteht, um durch das Vermeiden der Kugelbildung eine gute Oberflächenqualität zu erzielen. Die Rolle der weiteren Pulver-Legierungselemente kann sowohl in der Einstellung gewünschter mechanischer Eigenschaften als auch in der Reaktion mit anderen Elementen zur verstärkten Schmelzebildung (Fe-C-Mo) liegen. Die Pulverelemente Kohlenstoff, Molybdän, Chrom, Mangan, Nickel bewirken die hohen mechanischen Eigenschaften des fertigen Bauteils. Phosphor, Bor, Kupfer und Zinn bewirken eine hohe Sinteraktivität. Durch die Wahl geeigneter Lasersinterparameter kann die Dichte zwischen 70 und 95 % der theoretischen Dichte variiert werden.

Beim direkten Lasersintern der beschriebenen Pulvermischung werden Dichten von 70 - 95 % der theoretischen Dichte erzielt. Die maximale Dichte hängt von der Belichtungsstrategie und der chemischen Zusammensetzung, der Legierungsweise sowie den Eigenschaften (Pulverform, Partikelverteilung, Pulvergröße) der verwendeten Pulvermischung ab: z.B. kann mit den Lasersinterparametern 215 W cw CO₂-Laser mit der Baugeschwindigkeit von 5,4 cm³/h eine Dichte von 92 \pm 1 % der theoretischen Dichte für Pulver, bestehend aus (in M.-%): 0,7 - 1 C, 2 - 4 Cu, bis zu 1,5 Mo, bis zu 2 Ni, bis zu 0,4 Sn, 0,15 B, erreicht werden.

Beispiel 2:

Eine Pulvermischung bestehend aus Eisen, 0,8 M.-% C, 0,3 M.-% B wird mit den Lasersinterparametern 215 W CO₂-Laser, 100 mm/s Laserscangeschwindigkeit, 0,3 mm Laserspurbreite bei einer Schichthöhe von 100 μm zu einer Dichte von 80 - 85 % der theoretischen Dichte lasergesintert. Die Bauteilhärte nach dem Lasersintern beträgt ca. 200 HV30.

WO 02/11929

5

PCT/DE01/02887

Beispiel 3:

Eine Pulvermischung bestehend aus Eisen, 0,7 - 1 M.-% C, 2 - 4 M.-% Cu, 1,5 M.-% Mo, 0,15 M.-% B wird mit den Lasersinterparametern 215 W CO₂-Laser, 100 mm/s Laserscangeschwindigkeit, 0,3 mm Laserspurbreite bei einer Schichthöhe von 50 µm zu einer Dichte von 92 +/- 1 % der theoretischen Dichte lasergesintert. Die Bauteilhärte nach dem Lasersintern beträgt ca. 370 HV30.

Beispiel 4:

Eine Pulvermischung bestehend aus Eisen, 1 - 1,2 M.-% C, 2 - 4 M.-% Cu, 0,4 M.-% P wird mit den Lasersinterparametern 215 W CO₂-Laser, 100 mm/s Laserscangeschwindigkeit, 0,3 mm Laserspurbreite bei einer, im Vergleich zum ersten Beispiel, verringerten Schichthöhe von 50 µm zu einer Dichte von 90 +/- 1 % der theoretischen Dichte lasergesintert.

Beispiel 5:

Eine Eisenpulvermischung mit 0,8 M.-% Kohlenstoff ergibt nach dem Lasersintern Rauheitswerte von R_z 150 µm und R_a 29 µm. Wird der Kohlenstoffanteil auf 1,6 M.-% erhöht, verbessern sich die Rauheitswerte auf R_z 60 µm und R_a 19 µm. Pulvermischungen mit sehr guten mechanischen Eigenschaften nach dem Lasersintern weisen Rauheitswerte von R_z 75 µm und R_a 11 µm auf.

WO 02/11929

PCT/DE01/02887

6

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung präziser Bauteile durch Lasersintern eines Pulvermaterials, das aus einer Mischung von mindestens zwei Pulverelementen besteht dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung durch den Hauptbestandteil Eisenpulver und weitere Pulverlegierungselemente gebildet ist, die in elementarer, vorlegierter oder teilweise vorlegierter Form vorliegen, wobei im Verlaufe des Lasersinterprozesses aus diesen Pulverelementen eine Pulverlegierung entsteht.
2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass folgende, in elementarer, legierter oder vorlegierter Form vorliegende, Pulverelemente jedes für sich oder in beliebiger Kombination dem Eisenpulver zugegeben werden: Kohlenstoff, Silizium, Kupfer, Zinn, Nickel, Molybdän, Mangan, Chrom, Kobalt, Wolfram, Vanadium, Titan, Phosphor, Bor.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Pulverelemente jedes für sich oder in beliebiger Kombination in folgenden Mengen zugegeben werden: Kohlenstoff: 0,01-2 M.-%, Silizium: bis zu 1 M.-%, Kupfer: bis zu 10 M.-%, Zinn: bis zu 2 M.-%, Nickel: bis zu 10 M.-%, Molybdän: bis zu 6 M.-%, Mangan: bis zu 2 M.-% oder 10 - 13 M.-%, Chrom: bis zu 5 M.-% oder 12 - 18 M.-%, Kobalt: bis zu 2 M.-%, Wolfram bis zu 5 M.-%, Vanadium: bis zu 1 M.-%, Titan: bis zu 0,5 M.-%, Phosphor: bis zu 1 M.-%, Bor: bis zu 1 M.-%.
4. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Pulverelemente in legierter oder vorlegierter Form als Ferrochrom, Ferrobör, Ferrophosphor, Kupferphosphid oder Eisensilizid vorliegen.
5. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung aus gasverdünsten Pulvern, Karbonylpulvern, gemalenen Pulvern oder einer Kombination davon besteht.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung aus einer Menge von Pulverpartikeln mit einer Größe kleiner 50µm, bevorzugt zwischen 20 - 30µm besteht.

WO 02/11929

PCT/DE01/02887

7

7. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung aus Partikeln mit einer Größe 50 - max.100µm besteht.
8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Pulvermischung zu 30% aus Partikeln besteht, die kleiner sind als 20µm und dass die Restmenge aus Partikeln mit der Größe zwischen 20 und 60 µm besteht.
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptbestandteil der Pulvermischung, das Eisenpulver zwischen 5 und 20% der Partikel der Größe kleiner 10 µm aufweist und dass die Restmenge aus Partikeln der Größe 50 - 60 µm besteht.
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die Parameter des Lasersintervorganges wie Laserenergie, Lasergeschwindigkeit, Spurbreite und Belichtung, in Abhängigkeit von den gewünschten Eigenschaften des Fertigteiles eingestellt werden.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/02887

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B22F3/105

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, CHEM ABS Data, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 43 05 201 C (EOS ELECTRO OPTICAL SYST) 7 April 1994 (1994-04-07) abstract; claims 1-10	1
A	WO 92 10343 A (UNIV TEXAS) 25 June 1992 (1992-06-25) abstract; claim 1 page 19, line 9 -page 20, line 5	1-3,5
A	US 5 314 003 A (MACKAY COLIN A) 24 May 1994 (1994-05-24) column 5, line 6 - line 10; claims 1,13,19-21	1
A	WO 98 52709 A (BINDER DIETMAR ;LANG ADOLF (DE); ATZ EVUS APPLIKATIONS UND TECH (D) 26 November 1998 (1998-11-26) abstract; claims 1-3,11-22	1
	--- -/-	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 December 2001

Date of mailing of the international search report

12/12/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lilimpakis, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intel^l inal Application No

PCT/DE 01/02887

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with Indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 764 487 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP) 26 March 1997 (1997-03-26) column 4, line 25 - line 52; claim 1 -----	1
A	WO 95 21275 A (STACKPOLE LTD) 10 August 1995 (1995-08-10) claims 1-21 -----	3-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/02887

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4305201	C	07-04-1994	DE 4305201 C1	07-04-1994
			WO 9419174 A1	01-09-1994
			EP 0637281 A1	08-02-1995
			JP 7503680 T	20-04-1995
WO 9210343	A	25-06-1992	US 5156697 A	20-10-1992
			AT 171099 T	15-10-1998
			AU 9136591 A	08-07-1992
			BR 9107121 A	19-04-1994
			CA 2095140 A1	08-06-1992
			DE 9117128 U1	08-02-1996
			DE 69130229 D1	22-10-1998
			DE 69130229 T2	21-01-1999
			EP 0568557 A1	10-11-1993
			FI 932567 A	04-06-1993
			JP 7502938 T	30-03-1995
			KR 225021 B1	15-10-1999
			SG 50472 A1	20-07-1998
			WO 9210343 A1	25-06-1992
US 5314003	A	24-05-1994	US 5393613 A	28-02-1995
WO 9852709	A	26-11-1998	DE 19721595 A1	28-01-1999
			WO 9852709 A2	26-11-1998
			EP 0988124 A2	29-03-2000
EP 0764487	A	26-03-1997	US 5745834 A	28-04-1998
			CA 2178884 A1	20-03-1997
			DE 69605509 D1	13-01-2000
			DE 69605509 T2	06-04-2000
			EP 0764487 A1	26-03-1997
			JP 9111308 A	28-04-1997
WO 9521275	A	10-08-1995	US 5516483 A	14-05-1996
			WO 9521275 A1	10-08-1995
			AU 5997594 A	21-08-1995
			EP 0742844 A1	20-11-1996
			JP 9511546 T	18-11-1997
			US 5656787 A	12-08-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen

PCT/DE 01/02887

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B22F3/105

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B22F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, CHEM ABS Data, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 43 05 201 C (EOS ELECTRO OPTICAL SYST) 7. April 1994 (1994-04-07) Zusammenfassung; Ansprüche 1-10 ---	1
A	WO 92 10343 A (UNIV TEXAS) 25. Juni 1992 (1992-06-25) Zusammenfassung; Anspruch 1 Seite 19, Zeile 9 -Seite 20, Zeile 5 ---	1-3,5
A	US 5 314 003 A (MACKAY COLIN A) 24. Mai 1994 (1994-05-24) Spalte 5, Zeile 6 - Zeile 10; Ansprüche 1,13,19-21 ---	1
A	WO 98 52709 A (BINDER DIETMAR ;LANG ADOLF (DE); ATZ EVUS APPLIKATIONS UND TECH (D) 26. November 1998 (1998-11-26) Zusammenfassung; Ansprüche 1-3,11-22 --- -/-	1

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Dezember 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/12/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Lilimpakis, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02887

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 764 487 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP) 26. März 1997 (1997-03-26) Spalte 4, Zeile 25 - Zeile 52; Anspruch 1	1
A	WO 95 21275 A (STACKPOLE LTD) 10. August 1995 (1995-08-10) Ansprüche 1-21	3-9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/02887

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4305201 C	07-04-1994	DE 4305201 C1	07-04-1994
		WO 9419174 A1	01-09-1994
		EP 0637281 A1	08-02-1995
		JP 7503680 T	20-04-1995
WO 9210343 A	25-06-1992	US 5156697 A	20-10-1992
		AT 171099 T	15-10-1998
		AU 9136591 A	08-07-1992
		BR 9107121 A	19-04-1994
		CA 2095140 A1	08-06-1992
		DE 9117128 U1	08-02-1996
		DE 69130229 D1	22-10-1998
		DE 69130229 T2	21-01-1999
		EP 0568557 A1	10-11-1993
		FI 932567 A	04-06-1993
		JP 7502938 T	30-03-1995
		KR 225021 B1	15-10-1999
		SG 50472 A1	20-07-1998
		WO 9210343 A1	25-06-1992
US 5314003 A	24-05-1994	US 5393613 A	28-02-1995
WO 9852709 A	26-11-1998	DE 19721595 A1	28-01-1999
		WO 9852709 A2	26-11-1998
		EP 0988124 A2	29-03-2000
EP 0764487 A	26-03-1997	US 5745834 A	28-04-1998
		CA 2178884 A1	20-03-1997
		DE 69605509 D1	13-01-2000
		DE 69605509 T2	06-04-2000
		EP 0764487 A1	26-03-1997
		JP 9111308 A	28-04-1997
WO 9521275 A	10-08-1995	US 5516483 A	14-05-1996
		WO 9521275 A1	10-08-1995
		AU 5997594 A	21-08-1995
		EP 0742844 A1	20-11-1996
		JP 9511546 T	18-11-1997
		US 5656787 A	12-08-1997